Kritische Beiträge

zur

Lehre von der Lymphbewegung

von

Dr. phil. Norbert Herz.

INAUGURAL-DISSERTATION

zur

Erlangung der medizinischen Doktorwürde

an der

MEDIZINISCHEN FACULTÄT

der

Grossherzogl. Ruprecht-Karls-Universität
Heidelberg.

Heidelberg, Juli 1899.

K

Kritische Beiträge

zur

Lehre von der Lymphbewegung

von

Dr. phil. Herbert Herz.

INAUGURAL-DISSERTATION

zur

Erlangung der medicinischen Doktorwürde

in der

MEDICINISCHEN FACULTÄT

der

Großherzogl. Ruprecht-Karls-Universität

Heidelberg.

Heidelberg, Juli 1909.

Kritische Beiträge zur Lehre von der Lymphbewegung.

In drei grundlegenden Arbeiten: „Beiträge zur Histologie und Physiologie der Dünndarmschleimhaut“ (Pflüger's Archiv, Bd. 43, 1888, Supplementheft) „Versuche und Fragen zur Lehre von der Lymphbildung“ (Pflüger's Archiv, Bd. 49, 1891, pag. 209) und „Neue Versuche über die Aufsaugung im Dünndarm“ (Pflüger's Archiv, Bd. 56, 1894, pag. 579) hat R. Heidenhain seine Ansicht dahin ausgesprochen, dass bei der Bildung der Lymphe, nebst den bereits früher angenommenen Kräften der Filtration und Diffusion noch andere, von diesen wesentlich verschiedene Kräfte betheiligt sein müssten, durch welche erst die volle Erklärung aller Erscheinungen gegeben werden könnte. Nun sieht Heidenhain allerdings diese, vorläufig nicht näher zu definierenden Kräfte als spezifische Eigenschaften der lebenden Zellen an, verwahrt sich aber jederzeit gegen die alte vitalistische Auffassung [1]). Nichtsdestoweniger wurde seine Auffassung von mancher Seite als eine Annäherung an die ältere vitalistische Anschauung angesehen, was darin seinen Grund haben mag, dass er dabei über die Natur der wirksamen Kräfte weder positive Angaben, noch auch hypothetische Voraussetzungen machte. Dem gegenüber spricht sich Heidenhain später [2]) dahin aus, dass es sich bei seiner

[1]) Pflüger's Archiv, Bd. 43, pag. 61 und 63; Bd. 49, pag. 249.
[2]) Pflüger's Archiv, Bd. 56, pag. 582.

Erklärung nicht um mystische, sondern genau um dieselben physikalischen Kräfte handle, welche uns aus der anorganischen Natur bekannt wären, deren Wirkungen sich aber, soweit sie die Vorgänge innerhalb der Zellen betreffen, derzeit noch unseren Beobachtungen entziehen, so dass sich uns dabei vielfach nur die Resultate dieser Zellthätigkeit, als scheinbar ausserhalb des Rahmens dieser Kräfte liegend, offenbaren.

In der Folgezeit findet man nun wesentlich zwei Ansichten vertreten; einerseits wird die Ansicht Heidenhain's weiter verfolgt und begründet, und andererseits sind andere Physiologen bestrebt alle Erscheinungen nach der älteren Ludwig'schen Ansicht durch blosse Diffusion und Omose zu erklären.

Aber auch die Ansicht, dass sich nicht alle Erscheinungen der Flüssigkeitsbewegung im Organismus in letzterwähnter Weise erklären lassen, tritt schon vor Heidenhain auf. Unter den wichtigsten Arbeiten wäre zu erwähnen: v. Recklinghausen „Zur Fettresorption" (Virchow's Archiv Bd. 26, 1863, pag. 172); Voit und Bauer „Über die Aufsaugung im Dick- und Dünndarm" (Zeitschrift für Biologie, Bd. 5, 1869, pag. 536); Paschutin „Über die Absonderung der Lymphe im Arm des Hundes" (Berichte der kgl. sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften, math.-physik.-Classe. 1873, pag. 95); Tappeiner „Über die Aufsaugung der gallensauren Alkalien im Dünndarm" (Sitzungsberichte der kais. Akademie der Wissenschaften in Wien 1878); Hoppe-Seyler Physiologische Chemie (1881, pag. 348). Endlich ist zu bemerken, dass schon 1874 Heidenhain „Mikroskopische Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Niere" (Schultze's Archiv für mikroskopische Anatomie, Bd. 10, pag. 1) und „Versuche über den Vorgang der Harnabsonderung" (Pflüger's Archiv, Bd. 9, pag. 1), zeigte, dass bei der Harnsecretion keine einfache Filtration und Diffusion stattfindet, sondern die Epithelien eine active Rolle spielen.

Man kann die über die Lymphbildung angestellten Versuche vielleicht am übersichtlichsten in die folgenden vier Gruppen zusammenfassen:

1. Einfluss des Blutdruckes und der Beschaffenheit des Blutes und der Gefässe auf die Lymphbildung.
2. Einfluss der Arbeit auf die Lymphbildung.
3. Über die Resorption aus dem Dick- und Dünndarm.
4. Über die Beziehung der serösen Höhlen zur Lymphbildung.

1. Einfluss des Blutdruckes und der Beschaffenheit des Blutes und der Gefässe auf die Lymphbildung.

Tomsa „Beiträge zur Lymphbildung“ [1]) war der erste, der für die bis dahin ohne strengen Beweis angenommene Ludwig'sche Hypothese der Lymphvermehrung durch den Blutdruck den Beweis zu erbringen suchte. Er stellte Versuche über Druckvermehrung durch Venencompression am Hundehoden an, und fand dabei Steigerung der Lymphmenge, nach der Lösung derselben starkes Fallen, mitunter überhaupt keinen spontanen Lymphfluss (pag. 196). Über die Grösse des Druckes in den Capillaren konnte er allerdings bei seinen Versuchen keine sicheren Angaben machen, wohl aber konnte er die Druckgrössen vergleichen (pag. 187). Verminderung des Blutdruckes erreichte er durch Obturation des rechten Vorhofes mittels einer nach der Einführung zu füllenden Blase; durch vollständiges Aufblasen konnte der Vorhof völlig verschlossen werden, dabei aber starben die Thiere meist schon nach 3 bis 4 Minuten; der arterielle Blutdruck wurde in der Carotis, der venöse in der V. facialis gemessen, die Lymphe einem grossen Halslymphstamme entnommen (pag. 203). Bei Blutdruckerniedrigung wurde der Lymphstrom sehr schwach, fast null (pag. 207). Um aber auch über die Abhängigkeit der Qualität des Transsudates vom Blutdrucke Aufschluss zu erhalten, leitete er defibriniertes Blut durch die Hodengefässe unter einem Druck von 150 mm Hg; die dabei erhaltenen Lymphmengen waren aber so gering, dass sie nicht zu untersuchen möglich waren (pag. 209). Blutserum unter dem Druck von 200 mm gab

[1]) Sitzungsberichte der kais. Akad. der Wissensch. in Wien, math.-naturw. Klasse, Bd. 46, II. Abt. 1862, pag. 185 ff.

genügend Lymphe; es wurde der Procentgehalt der organischen und unorganischen Bestandtheile geprüft; der Wassergehalt der Lymphe war durchweg grösser, sowol an anorganischen wie an organischen Bestandtheilen war ein Ausfall (pag. 215): genauere Analysen wurden nicht gemacht.

Endlich stellte Tomsa Versuche über den Zusammenhang zwischen Lymphe und Ödem an der Hundeschnauze an; dieselbe wurde oberhalb des Eintrittes der Arterie, unterhalb des Austrittes der Vene, d. i. oberhalb des foramen infraorbitale, abgebunden; dadurch blieb der arterielle Zufluss unbehindert, hingegen war der venöse Abfluss, sowie auch der Abfluss der Lymphe gestört (pag. 217). Die Ligatur bewirkte stets Ödem, welches auf vermehrter Lymphbildung beruhte; bei Eröffnung schoss die Lymphe plötzlich heraus; durch Reizung motorischer Nerven fand sowol im normalen wie im ödematösen Zustande eine raschere Entleerung der angesammelten Lymphe statt (pag. 219).

In seinen Schlüssen drückt sich Tomsa jedoch etwas unbestimmt aus. Vor der Anführung seiner Ödemversuche sagt er: „Lieferte das Ergebnis unseres Versuches den Beweis, dass eine Steigerung des Blutdruckes infolge Behinderung des venösen Abflusses die Bildung eines Ödems begünstige, und bei voller Wegsamkeit der örtlichen Lymphströme durch einen ausgeübten Druck auf die geschwollene Region ein plötzliches Hervorschiessen der Lymphe bewirkt werde, so ward gleichzeitig die Ansicht der sensu strictiori gemeinten Lymphsecretion somit dem zwischen die geschlossene Blut- und Lymphgefässsysteme eingeschobenen Ernährungsflüssigkeitsterrain und diesem Bilde künstlich zur Seite stehenden theoretischen Calcul über hemmende Druckdifferenzen des Lymphfluidums auf die intermediäre „Ernährungsflüssigkeit“ zum Wanken gebracht“ (pag. 216). Der Schluss aber lautet: „Das Ödem wäre demzufolge gleichzusetzen einer mechanischen Anstauung der Lymphe in ihren Gefässen und den mit letzteren in offenem Verkehre stehenden Bindegewebslacunen“ (pag. 220). Über den Ort des Ursprunges der Lymphe findet sich keine Er-

wähnung; nur aus dem Zusammenstellen der beiden angeführten Sätze könnte man vielleicht schliessen, dass er ihn nicht in das Blut versetzt; dennoch scheint eine direkte Abhängigkeit des Lymphstromes vom Blutdrucke wenigstens theilweise ersichtlich.

Ranvier „Recherches expérimentales sur la production de l'Oedème“ [1]) stellte Versuche über die Bildung von Ödemen durch Unterbindung von Venen an. Er fand, dass Unterbindung der V. femoralis, der V. cava inferior ohne Ödeme verläuft, dass jedoch Ödem auftritt, sobald nebstdem der N. Ischiadicus durchtrennt wurde. Bei einem Hund, der am Leben gelassen wurde, war das Ödem durch drei Tage wachsend; vom vierten Tage an nahm es ab und war am fünften fast ganz verschwunden. Da aber die Durchtrennung der betreffenden motorischen, bezw. sensibeln Wurzeln des Rückenmarkes kein Ödem bewirkte, so war indirekt die Beziehung zu den vasomotorischen Nerven festgestellt.

Wenig später erschien eine Abhandlung von Paschutin „Über die Absonderung der Lymphe im Arm des Hundes“ [2]), und gleichzeitig eine solche von Emminghaus „Über die Abhängigkeit der Lymphabsonderung vom Blutstrome“ [3]), welche sich mit diesem Gegenstande befassten.

Paschutin benützte das Vorderbein des Hundes, welches durch eine Transmissionsrolle hin- und herbewegt wurde (über seine diesbezüglichen Resultate, s. pag. 18). In einer Reihe von Versuchen wurde das Halsmark durchtrennt, in anderen der Plexus brachialis; endlich auch Halsmark und Plexus brachialis mit Reizung des Rückenmarkes.

Nach Durchschneidung des Plexus brachialis wurde die Pfote wärmer, bei Anstechen derselben trat eine starke Blutung ein, was auf verstärkten Blutzufluss deutete; nichtsdestoweniger trat eine Verminderung des Lymphflusses auf (pag. 117). Ebenso ergab Reizung des Rückenmarkes in

[1]) Comptes rendus 1869, Dec. 20.

[2]) Berichte der kgl. sächs. Gesellschaft der Wissenschaften, math.-naturw. Klasse, 1873, pag. 95ff.

[3]) Ebenda, pag. 396ff.

den zuletzt erwähnten Versuchen, trotzdem dabei der Blutdruck (gemessen in der Carotis) auf das vier- und selbst neunfache anstieg, keine merkliche Veränderung in der Absonderungsgeschwindigkeit der Lymphe (pag. 118). Diese Versuche stehen aber keinesfalls in einem so direkten Gegensatz zu denjenigen Tomsa's und Ranvier's, wie dies Paschutin bemerkt (pag. 123); sie zeigen aber die Unabhängigkeit der Lymphmenge vom Blutdruck noch deutlicher.

Überdies hatte Paschutin gefunden, dass die Lymphmenge unter allen Umständen (normalen und abnormen) mit der Dauer des Lymphstromes sich vermindere.

Unter den drei möglichen Ursachen: Ermüdung, Veränderung des Blutstromes und Veränderung der chemischen Zusammensetzung entscheidet sich Paschutin für die letztere, da er bei jeder Verlangsamung des Lymphstromes eine Steigerung des Gehaltes der Lymphe an Trockensubstanz, bei jeder Beschleunigung (z. B. auch durch Temperaturerhöhung) eine Verminderung desselben fand. Aus der veränderten Zusammensetzung der Lymphe wird übrigens auch auf eine Neubildung von Lymphe während des Versuches geschlossen (pag. 146).

Bemerkenswert ist sein Schluss, dass man bei der Produktion der Lymphe nicht einen einfachen Filtrationsvorgang annehmen kann; er sucht den Ursprung der Lymphe in der Muskelbewegung (vergl. pag. 18).

Emminghaus wählte zu seinen Versuchen die Hinterpfote des Hundes; er fand, dass bei ruhender Pfote der Ausfluss der Lymphe mit der Zeit aufhörte, ohne dass eine ödematöse Schwellung eintrat (pag. 410). Sobald die sämtlichen abführenden Venen unterbunden waren, floss die Lymphe reichlicher, und zwar um das 4- bis 6fache; gleichzeitig entwickelte sich eine Anschwellung der Pfote (pag. 416). Wurde die Unterbindung gelöst, so verschwand der vermehrte Ausfluss nicht sofort, die Nachwirkung der vorher bestandenen Stauung machte sich eine Stunde und oft noch länger geltend; dabei verschwand die ödematöse Schwellung nach und nach (pag. 424).

Nach Durchschneidung des Ischiadicus, Unterbindung aller Venen und Reizung des peripheren Ischiadicusstumpfes bis zu anhaltendem Tetanus, fand aber Emminghaus die Lymphmenge während des Tetanus vermindert (pag. 427).

Bezüglich der Zusammensetzung der Lymphe erhielt er das von Paschutin gefundene Resultat bestätigt, und drückt dieses so aus, dass bei reichlichem Lymphstrom der Inhalt der Lymphe an aufgeschwemmten Bestandteilen vermehrt, an aufgelösten vermindert werde, was aber als eine Widerlegung der Ansicht, dass die Flüssigkeit denselben Weg nimmt, wie die weissen Blutkörperchen, angesehen werden kann (pag. 421). Emminghaus kommt zum Schlusse, dass in der Ruhe keine Lymphe erzeugt werde, dass aber sofort Lymphbildung stattfindet, „wenn das elastische Gleichgewicht der Gewebstheile zu einander gestört, oder wenn dem Abfluss des Venenblutes irgend welches Hindernis entgegengesetzt wird", und zwar wird bei Hemmung des venösen Abflusses die Menge der abgesonderten Lymphe von der Menge des arteriellen Blutes in den zuführenden Arterien abhängen (pag. 432/3). Wieso oder wodurch die Störung des elastischen Gleichgewichtes einen Einfluss auf die Lymphbildung haben könne, bleibt dabei unerörtert.

Leber „Studien über den Flüssigkeitswechsel im Auge" [1]), zeigte, dass Injection von Flüssigkeiten in die vordere Kammer eine Druckerhöhung herbeiführten, die sich aber bald zurückbildete (pag. 115). Das Sinken des Druckes erfolgte langsamer beim lebenden als beim toten Auge; bei diesem wurde es ebenfalls durch Injection der Blutgefässe verlangsamt (pag. 129).

Senator „Über die Transsudate und über den Einfluss des Blutdruckes auf die Beschaffenheit der Transsudate [2])" versuchte direkt den Einfluss des Blutdruckes auf das Kammerwasser zu prüfen, kam aber zu keinem Resultat; Erhöhung des Aortendruckes bewirkte nämlich durch Zusammenziehung

---

[1]) v. Graefes Archiv für Ophthalmologie, Bd. 19, 1873, pag. 87.
[2]) Virchow's Archiv Bd. 111 (1888), pag. 219 ff.

der kleinen Arterien Ischämie. Mit Sicherheit konnte nur das eine Resultat erhalten werden, dass arterielle Drucksteigerung keinen Einfluss auf den Gehalt an ClNa, also wahrscheinlich an Salzen überhaupt, habe. Über die Menge des Kammerwassers und den Eiweisgehalt desselben unter verändertem Drucke scheiterten die Versuche Senator's ebenfalls (pag. 240).

Von wesentlicher Bedeutung sind seine Versuche über die Ödeme bei erhöhtem Venendruck. Er stellte dieselben an den unteren Extremitäten von Patienten (Nierenkranken und Diabetikern) durch Umschnürung an, und richtete sein Augenmerk auf die Menge des Transsudates, den Eiweis- und Kochsalzgehalt (pag. 243). Es waren 32 Versuche an 13 Patienten angestellt worden; die Menge des Transsudates war stets vermehrt; der Eiweisgehalt in 10 Fällen unverändert, in 13 gesteigert, in 7 verringert; die Abnahme, und in 8 Fällen die Zunahme waren sehr gering, in 5 Fällen betrug die Steigerung 0·4 bis 0·8‰, so dass der Schluss gezogen werden kann, „dass bei Steigerung des venösen Druckes der Eiweisgehalt des Transsudates zugenommen hat" (pag. 248). Der Gehalt an Kochsalz war in 5 Fällen unverändert, in 7 Fällen grösser, in 6 Fällen kleiner als normal, so dass man an eine erhebliche Veränderung des Kochsalzgehaltes bei erhöhtem Venendrucke nicht denken kann (pag. 249).

Bezüglich des Vorganges bei der Bildung der Transsudate schliesst sich Senator der Ansicht an, dass sowol die quantitative, als die qualitative Zusammensetzung der Lymphe einem einfachen Filtrationsvorgange durch Membranen entspricht (pag. 228), obzwar er unmittelbar vorher erwähnt, dass der Salzgehalt der Transsudate nicht selten denjenigen des Blutes übersteigt (pag. 226). Es scheint jedoch, dass Senator, obzwar er es nicht direkt ausspricht, doch nebst der Filtration noch an einen anderen Vorgang, obzwar nicht an eine active Betheiligung der Epithelien denkt. Gleich eingangs erwähnt er, dass der Eiweisgehalt der Transsudate mit demjenigen an zelligen Elementen steigt (pag. 222). Ob diese Veränderung allein von dem Inhalt an zelligen Ele-

menten abhängt, lässt er aber unentschieden, da die Bestimmungen sich stets nur auf den Gesamteiweisgehalt erstreckten.

Endlich aber weist Senator auf den Unterschied hin, der zwischen Gewebslymphe und der Lymphe aus den grossen Gefässstämmen besteht: das Serum der Gewebslymphe enthält 20 bis 30 ‰ Eiweiss, dasjenige der normalen Transsudate nur 2 bis 3 ‰ (pag. 233).

Gegen die Filtrationstheorie wendet sich dann Heidenhain in seiner grossen Abhandlung „Versuche und Fragen zur Lehre von der Lymphbildung[1])“. Zunächst fallen hier der geringe Einfluss der Änderungen im arteriellen Blutstrom auf die Lymphmenge (pag. 224 und 227), und die qualitative Veränderung der Lymphe bei Stauung (pag. 225 und 228) auf, wie dieselbe schon von den früheren Beobachtern constatiert wurde. Heidenhain stellte seine Versuche so an, dass er den Blutstrom durch einen an einem Katheter eingeführten Gummiballon, welcher nach der Einführung aufgeblasen wurde, absperrte; die Lymphe wurde aus dem ductus thoracicus entnommen. Seine Resultate waren die folgenden:

Verschluss der Pfortader bewirkte eine geringe arterielle Druckerhöhung, die Därme zeigten Hyperämie, dagegen Steigerung der Lymphmenge auf das vierfache; die Lymphe war rötlich von Blutkörperchen, aber der Procentgehalt derselben an Trockensubstanz war geringer.

Bei Verschluss der Pfortader und der Aorta war die Lymphgeschwindigkeit erhöht, wenn auch nicht sehr erheblich; der Procentgehalt an Trockensubstanz geht anfangs etwas in die Höhe und fällt dann stark.

Bei Verstopfung der unteren Hohlvene waren die Erscheinungen etwas verschieden, je nachdem die Obturation nur diese oder nebst derselben auch die Lebervenen betraf.

---

[1]) Pflüger's Archiv Bd. 49 (1891), pag. 209 ff.

Im ersteren Falle waren die Veränderungen ähnlich denen bei Pfortaderverschluss; im zweiten Falle waren die Veränderungen wesentlich andere: die Leber rötet sich und blutet stark, die Därme werden fast anämisch, der Aortendruck sinkt (infolge des geringen Blutzuflusses zum Herzen); die Lymphe fliesst schneller, ist schwach gerötet; der Eiweisgehalt derselben steigt, die Gerinnbarkeit nimmt ab. Zunächst folgt daraus, dass es sich nicht um einen Einfluss des Blutdruckes handelt, sodann aber, dass die Hauptquelle für die Lymphe die Organe der Abdominalhöhle, das Ursprungsgebiet der Pfortader bilden (pag. 237); auch konnte bei Druck auf die Leber keine Lymphe aus dem ductus thoracicus ausgepresst werden, wohl aber durch Druck auf die Darmschlingen.

Einen wesentlichen Einfluss auf die Menge der Lymphe, gleichzeitig aber auch auf die Beschaffenheit derselben übt die Injection der von Heidenhain entdeckten sogenannten Lymphagoga. Ihre Wirkung besteht 1. in Überführung von Flüssigkeit aus dem Blute in die Lymphe und 2. Überführung von Wasser aus den Gewebsspalten in die Lymphe. Doch sind zwei Klassen derselben zu unterscheiden: Nach der Injection von Substanzen der ersten Klasse (Krebsmuskelextrakt, Pepton u. s. w.) steigt die Menge der Lymphe im Brustgange, sie wird weisslich, milchig, die Gerinnbarkeit nimmt ab, der Albumingehalt wird grösser, der Salzgehalt bleibt unverändert (pag. 240). Das Blutserum wird ärmer an organischen Substanzen aber das Gesamtblut reicher an festen Bestandteilen, es tritt Blutplasma aus dem Blute in die Lymphe (pag. 247); eine Drucksteigerung findet dabei nicht statt (pag. 248); es ist also keine blosse Filtration.

Bei den Lymphagogis der zweiten Klasse (Zucker, Harnstoff, Salze) steigt die Lymphmenge ebenfalls; die Lymphe wird trüb, gerinnt langsam, ist aber ärmer an festen Bestandtheilen; weiter wird auch das Blut wasserreicher und seine Färbekraft nimmt ab (pag. 259). Als Erklärung hierfür ist anzunehmen, dass diese Substanzen, welche das Blut

schnell verlassen[1]), Wasser aus den Geweben anziehen, welches theils in das Blut, theils in die Lymphe übergeht (pag. 264).

Zucker geht aus dem Blute in die Lymphe auch dann, wenn das Blut ärmer an Zucker ist, als die Lymphe, was nebst der Diffusion auch auf eine secretorische Thätigkeit der Capillarwände deutet (pag. 274); ähnlich verhält sich auch Kochsalz (pag. 275).

Während nun aber die Lymphagoga der ersten Art die Nierensecretion nicht anregen, Pepton sie sogar unterdrückt (pag. 268[2]) erfolgt bei den Lymphagogis der zweiten Klasse eine Steigerung der Harnsecretion. Menge der Lymphe und des Harns steigen und sinken miteinander parallel (pag. 262). Verglichen mit den von Limbeck „Über die diuretische Wirkung der Salze[3])“ erhaltenen Resultaten, findet Heiden-

---

[1]) Über das Verbleiben der Lymphagoga der ersten Klasse sind verschiedene, einander theilweise widersprechende Resultate erhalten worden. Während Schmidt-Mühlheim „Beiträge zur Kenntnis des Peptons und seiner physiologischen Bedeutung“, Archiv f. Anatomie und Physiologie, Abthl. Phys. 1880, pag. 33 bereits nach $^1/_4$h kein Pepton mehr im Blute fand, und ebenso Fano „Das Verhalten des Peptons und Tryptons gegen Blut und Lymphe,“ ibid. 1881, pag. 281, fand Starling dasselbe noch 50 Min. nach der Injection im Blute „Contribution to the physiology of Lymph secretion“ Journal of Physiology, Bd. 14 (1893), pag. 149. Seine Versuche, bei denen das peptonisierte Blut eines Hundes aus dessen Carotis direkt in die V. facialis eines anderen Hundes eingeleitet wurde, ergaben dann auch eine Steigerung der Lymphmenge im duct. thor. des zweiten Hundes (pag. 133). Nichtsdestoweniger schliesst er, dass die Lymphbildung hier nicht von einer Änderung in der Beschaffenheit des Blutes, sondern durch eine Erregung der Endothelzellen erfolgt (pag. 140), weil die Reste des Peptons doch nur äusserst gering gewesen sein konnten. Plosz und Gyergyai „Über Pepton und Ernährungsmaterialien“, Pflüger's Archiv, Bd. 10 (1875), pag. 536 fanden aber in die Blutbahn eingeführtes Pepton noch nach 3 Stunden im Blute der Carotis (pag. 552).

[2]) Auch von Starling und Fano gefunden (vgl. die eben erwähnte Abhandlung, pag. 56).

[3]) Archiv für experimentelle Pharmocologie und Pathologie, Bd. 25 (1888), pag. 69 ff.

hain auch in dieser Richtung ein gleichartiges Verhalten. „Diese Thatsache stellt uns vor schwierige und für jetzt nicht lösbare Fragen;“ der schnellere Strom der Lymphe ist verständlich, im schnelleren Strom des Harns „liegt eine unverständliche Paradoxie“ (pag. 269).

Zu theilweise anderen Resultaten kam Starling „The Influence of mechanical factors on lymph production[1])“. Bei den Versuchen wurde die V. cava verschlossen, der Blutdruck in der A. femoralis gemessen, Lymphe aus dem duct. thor. entnommen; der Lymphstrom und die festen Bestandtheile fanden sich vermehrt; dabei waren die Lymphgefässe der Leber sehr erweitert.

Unterband er die Lymphgefässe, welche die Leber am Hilus verlassen (andere, am subperitonealen und diaphragmatischen Plexus konnten natürlich nicht unterbunden werden), so hörte der Lymphfluss vollständig auf[2]) (pag. 234).

Bei Obturation der Aorta und Unterbindung der Lymphstämme am Leberhilus hörte der Lymphfluss ebenfalls ganz auf, und es war nur durch starkes Pressen des Abdomens etwas zu erhalten (pag. 245). Bei Verschluss der V. cava über der Leber wird wohl der Druck in den Lebercapillaren vergrössert, bleibt aber immer kleiner als derjenige in den Eingeweiden. Überdies fand er, dass bei Verschluss der V. cava auch das Blutserum Veränderungen erfährt: die Menge der festen Bestandteile nahm ab (pag. 252). Der aus diesen Experimenten überdies gefolgerte Umstand, dass die Leberlymphe concentrierter ist, wie die gemischte Lymphe erklärt Starling durch eine verschiedene Durchlässigkeit der Gefässwände; die Capillaren der Eingeweide wären durchlässiger (pag. 248).

Starling glaubt daher, dass die Vermehrung der Lymphmenge dem Wachsen des Druckes in den Lebercapillaren zuzuschreiben ist (welcher aber mit dem Druck

---

[1]) Journal of physiology, Bd. 16 (1894), pag. 224.

[2]) Der Harn wurde im Gegensatz zu den pag. 32 erwähnten Versuchen nicht controlliert.

in den grossen Gefässstämmen nicht zu verwechseln wäre (pag. 243). Druck auf Darmschlingen erzeugt nur dann Lymphfluss aus dem duct. thor., wenn die Lymphstämme des Mesenteriums gequetscht würden, während bei sorgfältigem Druck auf die einzelnen Darmschlingen kein Lymphfluss entsteht (pag. 240). Starling untersuchte dann auch weiter den Einfluss der Blutverdünnung und fand, dass einfache Hydrämie (Entziehung von Blut und Injection von gleichen Mengen physiologischer Kochsalzlösung) keinen Einfluss auf die Lymphbildung ausübe, hingegen hydrämische Plethora (Einführung grösserer Mengen phys. Kochsalzlösung ohne Blutentziehung) Lymphflut erzeuge (pag. 257).

Aus dieser Serie von Beobachtungen gelangt er dann zum Schlusse, dass das nervöse System keinen direkten Einfluss auf die Lymphsecretion habe, und alle beobachteten Veränderungen auf Veränderungen des Capillardruckes zurückzuführen sind (pag. 258) und weiter, dass die Lymphsecretion durch die Ludwig'sche Hypothese als einfache Funktion der Druckdifferenz zwischen den Blutcapillaren und dem Lymphmaschennetz zu erklären möglich sei. Ob auch andere Kräfte im Spiele seien, als diese einfache Filtration, liesse sich aus diesen Experimenten nicht entscheiden[1]) (pag. 265).

Ohne auf den, zum grossen Teile polemischen Inhalt in den Aufsätzen von Cohnstein näher einzugehen — Cohnstein „Über die Einwirkung intravenöser Kochsalzinfusionen auf die Zusammensetzung von Blut und Lymphe[2]), rechnet z. B. für gewisse Fälle, wo nach Heidenhain Durchtritt von Flüssigkeiten entgegen den osmotischen Gesetzen stattfindet, die procentische Zusammensetzung nach, und findet die volumprozentische Concentration derart, dass Filtration und Osmose denkbar wären[3]) — soll nur das

---

[1]) Aus einer anderen Serie von Beobachtungen (s. pag. 33) kommt er jedoch zu einem diese Frage bejahenden Resultate.

[2]) Pflüger's Archiv, Bd. 59 (1895), pag. 508 ff.

[3]) pag. 519; nach den Zahlen pag. 513 scheint jedoch dieser Schluss unrichtig.

Resultat erwähnt werden, zu welchem er gelangt, dass nämlich die Lymphbildung durch einen Transsudationsprocess, d. h. durch Filtration und Diffusion erklärt werden kann (pag. 371). Die Wirkung der Lymphagoga erklärt Cohnstein dadurch, dass das Blut, bezw. Serum durch jene Stoffe chemisch verändert wird (pag. 368) und dass ebenso chemische Differenzen verschiedener Serumarten auftreten (pag. 371), bestehende oder entstandene Veränderungen, welche das osmotische Äquivalent der betreffenden Substanzen (Lymphe, Serum) verändern (pag. 369 und 372)

Aus der ebenfalls mehr polemischen Arbeit von Cohnstein[1]) „Über die Theorie der Lymphbildung[2])“ sollen nur die Versuche über die Zeitdauer der Lymphbewegung erwähnt werden. In die Peritonealhöhle eingeführter Carminaufguss konnte erst nach 90m im duct. thor. gefunden werden. In einem anderen Versuche wurde von zwei nahe gleichen Kaninchen dem einen unter Schonung der Lymphgefässe die V. femoralis und die V. ischiadica unterbunden, und beiden in die Fussspitze Strychnin injiciert. Die Verzögerung der Vergiftung durch die Unterbindung betrug in 5 Versuchen zwischen 10·5 und 26·5m, im Mittel 20·6m. Nach der gleichen Unterbindung und Einspritzung von Ferrocyannatrium bei Hunden konnte in einem Falle dasselbe nach 100m in einem Lymphgefäss des Oberschenkels nachgewiesen werden, während die Glandulae inguinales frei waren; in einem zweiten Falle war dasselbe nach 75 m bis

---

[1]) Seine Bemerkung, Pflüger's Archiv Bd. 62 (1896), pag. 76 ff. dass arterieller Druck und Capillardruck nicht zu identifizieren seien, ein Umstand, den übrigens auch schon Starling im Journal of Physiology Bd. 16, pag. 181 erwähnte, ist allerdings ganz richtig; aber von einer so bedeutenden Steigerung des Capillardruckes, ähnlich derjenigen des arteriellen Blutdruckes kann man überhaupt nicht sprechen. Bei Steigerung des Blutdruckes in den Arterien, sowie bei venöser Stauung wird man aber stets auf eine entsprechende Steigerung des Capillardruckes zu schliessen bemüssigt sein. Hingegen wird man bei Capillarerweiterung durch vasomotorische Einflüsse nicht immer auf eine arterielle Blutdrucksteigerung zurückschliessen dürfen.

[2]) Pflüger's Archiv Bd. 63 (1896), pag. 587 ff.

zu den Nieren vorgedrungen, aber nicht im duct. thor. nachweisbar. Die Lymphbewegung ist daher eine sehr langsame — ein übrigens bekanntes Resultat. Endlich mag noch erwähnt werden, dass sich Cohnstein auch wieder der Annahme anschliesst, dass die Lymphe ein Transsudat aus dem Blute sei, gebildet durch Filtration und Diffusion (pag. 612).

2. Einfluss der Arbeit auf die Lymphbildung. Genersich „Die Aufnahme der Lymphe durch die Sehnen und Fascien der Skeletmuskeln [1])“ stellte Versuche über die aus dem duct. thor. fliessende Lymphmenge an, während er Muskelcontraktionen durch die Anwendung des faradischen Stromes erzeugte (pag. 166).

Er fand, dass während der Arbeit eine bedeutend grössere Lymphmenge abgeschieden wird, und selbst in der höchsten Ermüdung, wenn schon keine oder nur äusserst schwache Contraktionen erzielt wurden, noch immer nicht unbeträchtliche Mengen erhalten wurden (pag. 172). Dasselbe fand statt, wenn passive Bewegungen (Beugung und Streckung durch die Hand eines Gehilfen) ausgeführt wurden (pag. 174) u. z. ebensowol bei Einleitung von künstlicher Respiration oder ohne solche (am toten Versuchsthiere) (pag. 176).

Die Farbe der Lymphe war bei künstlicher Circulation nach einiger Zeit stets rötlich und mikroskopisch waren Blutkörperchen nachweisbar (pag. 179); die klare Lymphe hatte die Zusammensetzung der normalen; der Eiweisgehalt der roten Lymphe aber war gegenüber der normalen fast auf das doppelte gestiegen; Salze blieben in derselben in nahe gleicher Menge; bei der ohne künstliche Circulation gewonnenen Lymphe war die Eiweiserhöhung nicht sehr deutlich (pag. 181).

Die Vermehrung der Lymphe nach dem Aufhören der Circulation führt Genersich auf „günstigere Aufnahmebedingungen der schon in den Geweben vorhandenen Flüssig-

[1]) Berichte der kgl. sächsisch. Gesellschaft der Wissenschaften 1870, pag. 142 ff.

keit in die Lymphgefässe zurück“ (pag. 177), die Vermehrung bei künstlicher Circulation jedoch auf eine wirkliche Lymphproduktion (pag. 183). Beweise werden für beides nicht angegeben.

Paschutin in der schon erwähnten Abhandlung kommt bei seinen Versuchen über den Einfluss der Bewegung, wobei er den Versuch insofern variierte, als er das Halsmark in einzelnen Versuchen durchtrennte, für beide Versuchsanordnungen zu demselben Resultate (l. c. pag. 106 bis 111); er fand aber auch Steigerung der Lymphabsonderung nach Curarevergiftung (pag. 115) wobei Rötung der Haut eintrat; er kommt daher zu dem Schlusse, dass sich die Lymphabsonderung an die Bewegung der Muskeln knüpfe (pag. 127), dass aber auch mit dem Steigen der Temperatur die Lymphabsonderung wächst (pag. 133).

Rogowicz „Beiträge zur Kenntnis der Lymphbildung“ [1]) kommt im wesentlichen zu denselben Resultaten; speziell führt er die Temperatursteigerung nicht auf Arbeit, sondern auf active Hyperämie, demnach auf eine vasomotorische Störung zurück (pag. 272). Bemerkenswert ist übrigens sein Ausspruch, dass im lebenden Zustande der Lymphstrom ein ganz anderer ist, sofern beim Experimente abnorme Verhältnisse geschaffen werden.

Eine grössere Versuchsreihe an einem grossen Halslymphstamm des Pferdes, stellte Hamburger „Untersuchungen über die Lymphbildung insbesondere bei Muskelarbeit“ [2]) an. In den Versuchen, welche zunächst an dem ruhenden Pferde angestellt wurden, fand er, dass sowol der osmotische Druck als auch die festen Bestandteile im allgemeinen, und im besonderen sowol der Alkali- als auch der Chlorgehalt mit jedem Tage langsam und stetig abnahm, derart aber, dass stets in der Nacht eine kleine Zunahme stattfand, die aber nicht so gross war, dass dadurch die

---

[1]) Pflüger's Archiv, Bd. 36 (1885), pag. 252 ff.

[2]) Zeitschrift für Biologie, Bd. 30 (1894), pag. 443 ff.

Concentration der Lymphe derjenigen des vorangehenden Morgens gleich wurde (pag. 154)[1]).

Durch Compression der Carotis nahm die Lymphmenge ab, der Gehalt derselben an festen Bestandtheilen zu, und dieser Einfluss blieb auch nach Aufhebung der Compression noch teilweise bestehen (pag. 155).

Die Versuche von Hamburger über den Einfluss des Kauens und der körperlichen Arbeit ohne und mit Compression der V. jugularis, wobei nebst der Lymphe auch das Blutserum untersucht wurde, ergab die folgenden Resultate:

	Lymphe			Blutserum		
	Feste Bestandth.	Alkali	Chlor	Feste Bestandth.	Alkali	Chlor
Fressen . . .	—	+	+	+	+	—
Körperliche Arbeit . . .	—	+	+	—	—	+
Compression der V. jugularis.	—	—	+	+	+	—
Compression mit Fressen . .	—	—	+	+	+	—

+ bedeutet Zunahme, — Abnahme.

Die Lymphmenge war stets beschleunigt, bei leichter Arbeit bis auf das dreifache, bei schwerer Arbeit auf das vierfache. Dasselbe gilt für das Fressen; selbst das Tempo des Kauens war nicht ohne Einfluss auf die Lymphabsonderung; während des schnellen Fressens (Hafer) wird mehr Lymphe abgeschieden als während des langsamen Fressens (Heu)[2]).

„Das bemerkenswerteste aber ist, dass die Arbeitslymphe und die Futterlymphe einander vollkommen entsprechen, dass die Blutserumsorten dagegen, aus welchen die beiden Lymph-

[1]) Ähnliche bei allen Versuchsanordnungen der verschiedensten Beobachter gefundene Thatsachen sprechen ganz entschieden für die Auffassung von Rogowicz.

[2]) Dieser Schluss bedarf wol wegen der geringen Zahl der Beobachtungen noch der Bestätigung.

sorten entstanden sind, bedeutend von einander verschieden sind“ (pag. 169). „Diese Thatsache ist unvereinbar mit der Vorstellung, dass die gesteigerte Lymphbildung auf einer vermehrten Filtration beruhe“ (pag. 170). „Wir stellen uns die Sache so vor: Bei der Arbeit von Rumpf und Extremitäten entstehen Stoffe, welche in die Blutbahn geraten, die Capillaren reizen, und zur erhöhten Lymphsecretion anregen“ (pag. 175).

Zu erwähnen wären hier noch die sehr erwünschten Wiederholungen älterer Untersuchungen durch A. Pugliese „Beiträge zur Lehre von der Lymphbildung“ [1]), welcher bei venöser Stauung vermehrte Lymphmenge aber keine Veränderungen der festen Bestandtheile (pag. 607) und bei Muskelarbeit Zunahme der Lymphmenge mit geringer Abnahme der festen Bestandtheile fand. Auch über die Wirkung der Lymphagoga stellte er Versuche an, wobei er den Capillardruck, wie er sich durch direkte Messung überzeugte, nicht erhöht fand.

Dass die Lymphabsonderung mit der Arbeit steigt, erhielten auch L. Asher und G. Barbera „Untersuchungen über die Eigenschaften und die Entstehung der Lymphe“ [2]) aus ihren Experimenten. Wurden einem narkotisierten Hunde mit Essig getränkte Fliesspapierstücke in den Mund gelegt, so stieg auch der Lymphabfluss (aus einer Canüle im Halslymphstamme) gleichzeitig mit der starken Speichelabsonderung (pag. 200); auch Nahrungsaufnahme befördert die Lymphbildung ausserordentlich (pag. 213) so dass „die physiologische Arbeit der Organe die wesentlichste Bedingung für das Zustandekommen eines lebhaften Lymphstromes ist“ (pag. 216).

Dass übrigens die Lymphe wesentlich als ein Produkt der Arbeit aufzufassen ist, wird auch durch den Umstand dargethan, dass die Lymphe durchaus keine indifferente Flüssigkeit ist, und mit dem Blutplasma keineswegs identi-

---

[1]) Pflügers Archiv, Bd. 72 (1898), pag. 603 ff.

[2]) Erste Mitteilung, Zeitschrift für Biologie, Bd. 36 (1898), pag. 154 ff.

ficiert werden darf. Injiciert man nämlich Lymphe in die Carotis von Hunden, so zeigen sich Reizungs- und Lähmungserscheinungen der Gefässnerven und periodische Steigerungen und Senkungen des Blutdruckes, sogenannte Traube-Heringsche Wellen (pag. 173) als deren Ursache von Traube Giftwirkungen auf das Atemcentrum angesehen wurden. Diese Verschiedenheit zwischen Blutplasma und Lymphe wurde aber nur funktionell erklärt, nicht chemisch, nichtsdestoweniger kann man annehmen, „dass die Lymphe Stoffwechselprodukte mit sich führt, welche wegen ihrer Schädlichkeit nicht direkt ins Blut dürfen, welche aber — und das ist ein wesentlicher Zusatz — im Organismus wieder verwertet werden“ (pag. 195).

Hierdurch wird die von Heidenhain und Hamburger vertretene Secretionshypothese als durch die Thatsachen und allgemeinen Erwägungen für widerlegt erklärt (pag. 229). Bemerkenswert ist übrigens die Ansicht: „Es muss ein Unterschied gemacht werden zwischen Ernährungsflüssigkeit und Lymphe. Die Flüssigkeit der serösen Höhlen, die Synovia, die Endo- und Perilymphe und das Kammerwasser können funktionell nicht als Lymphe bezeichnet werden“ (pag. 237).

In einer späteren, gleichnamigen Arbeit[1]) wird nun, als den Thatsachen am meisten entsprechend, die Annahme gemacht, dass Filtration und Diffusion nicht mehr für wesentliche Vorgänge der Organe anzusehen seien, sondern „in der spezifischen Thätigkeit der einzelnen Gewebszellen die Ursache für die Lymphvermehrung bei der Arbeit der Organe zu suchen sei“ (päg. 262). Neben der physikalischen Komponente tritt dabei noch eine physiologische Komponente auf; erstere ist diejenige, die sich aus der Betrachtung der Organtheile als einfache thierische Membranen ergiebt, während die letztere speziell den Lebensvorgängen Rechnung trägt (pag. 285). Die Trennung zwischen der Lymphe und dem

[1]) Zweite Mitteilung; Zeitschrift für Biologie Bd. 37 (1898), pag. 261 ff.

Inhalte der serösen Höhlen wird in dieser Abhandlung noch schärfer durchgeführt und auf Versuche mit Harnstoff und Galleninjectionen gestützt[1]). Speziell die Galleninjectionen führten zu überraschenden Resultaten. Der Lymphstrom aus dem duct. thorac. war längere Zeit hindurch lebhaft beschleunigt, während aus dem Halsstamme nicht die geringste Beschleunigung wahrzunehmen war; in der Eingeweidelymphe wie auch in der peripheren Lymphe erschien Hämoglobin (pag. 276); in den Flüssigkeiten der serösen Höhlen in keinem Falle, selbst nicht in den schwersten, rasch tötlich verlaufenden Fällen (pag. 277). Hiernach wären diese Flüssigkeiten nicht zur Lymphe zu zählen. Es können aber auch keine Transsudate aus dem Blute sein, denn „es ist gar nicht einzusehen, warum ein im Blutplasma befindlicher fremder Stoff, welcher in allen möglichen Gegenden des Körpers die Blutbahn verlässt und in den Lymphwegen erscheint, gerade in jene lymphatischen Räume nicht transsudiert. . . . Es ist nun interessant, dass in allen meinen Experimenten auch der Harn keine Spur von Hämoglobin aufwies, was umso auffallender ist, als Hämoglobinurie und Hämoglobinämie in der Praxis so oft vereint beobachtet werden. . . . Die Thatsache, dass auch im Harn, unter den Bedingungen der von mir gewählten Versuchsanordnung, kein Hämoglobin auftrat, weist darauf hin, dass die Transsudationsverhältnisse der serösen Höhlen denen der Niere ähnlicher sind, wie denen der echten Lymphspalten“ (pag. 278).

3. Resorption aus dem Dick- und Dünndarm. Ohne auf die älteren Versuche, welche zum Theile mit unbekannten Faktoren rechneten (auch die erste Versuchsreihe in der hier zu erwähnenden Abhandlung von Voit und Bauer gehört noch hierher) näher einzugehen, müssen zunächst die Versuche von C. Voit und J. Bauer „Über die Aufsaugung im Dick- und Dünndarm“[2]) an abgebundenen, aber von

---

[1]) Die Versuche mit Cholin sind zu wenig zahlreich, um ein völlig klares Bild zu geben.

[2]) Zeitschrift für Biologie, Bd. 5 (1869), pag. 536 ff.

ihrem Mesenterium nicht abgetrennten Dünndarmschlingen erwähnt werden (pag. 562). In solche wurden Lösungen von Pepton, Acidalbumin, Blutserum und Hühnereiweis gebracht (während andere, gleich lang abgebundene Darmtheile, von diesen nur wenig entfernt, zur Controlle leer gelassen wurden) und die Menge des resorbierten nach einiger Zeit untersucht. Pepton wurde am raschesten resorbiert, die übrigen drei Stoffe in der hier angeführten Reihenfolge, Hühnereiweis am langsamsten. Bei der Katze waren von diesem nach 4 Stunden 22%, beim Hunde 32% resorbiert (pag. 566). Als Resultat ihrer Versuche wird bemerkt: „Wir sind nicht im stande, ausser der Imbibition des Gewebes eine andere Kraft für die Aufnahme zu finden, als den durch die Contraction des Darmes hervorgebrachten Druck, der die Lösung in die Schleimhaut und die Gefässe hineinpresst“ (pag. 568). Abgesehen von der hierbei nicht definierten Ursache der „Imbibition“ kann der durch die Darmcontractionen erzeugte Druckunterschied als treibende Kraft angesehen werden, denn es wird gleich hinzugefügt: „Brücke fasst ebenfalls die Absorption in die Chylusgefässe des Darmes als eine Filtration auf“. Eine Erklärung für die Verdünnung einer im Darme befindlichen Kochsalzlösung wird nicht gegeben.

Schmidt-Mühlheim „Gelangt das verdaute Eiweis durch den Brustgang in das Blut?“ [1]) suchte diese Frage dadurch zu lösen, dass er den duct. thor. unterband, und dabei die Thiere (Hunde) reichlich ernährte. Es fanden sich dabei stets die Lymphgefässe sehr ausgedehnt, die Klappen waren insufficient geworden; „diese Stauungen führen zu Infiltration des perivasculären Gewebes; der Gefässinhalt wandert hierbei in das Bindegewebe“ (pag. 555). Dieses wird umso fettreicher, je fettreicher die Nahrung war; war die Nahrung fettfrei, so fand sich nur eine einfache Durchfeuchtung (pag. 556). Zerreissungen der Cysterna

---

[1]) Archiv für Anatomie und Physiologie; Abtl. Physiologie, 1877, pag. 549 ff.

chyli fand Schmidt-Mühlheim nicht. Überdies fand sich bei Unterbindung des duct. thorac. immer in der Bauch- sowie in der Brusthöhle ein mehr oder weniger grosses Quantum Chylus; die Mesenterialdrüsen und das Pankreas waren von infiltriertem Bindegewebe verdickt, an der Schnittfläche dieser Drüsen fand sich eine milchige Flüssigkeit. Die Schleimhaut des Darmtraktes zeigte stets eine durchaus normale Beschaffenheit (pag. 557); die Extravasate des Chylus waren stets ärmer an Eiweis als das zugehörige Blutserum, die Ausschaltung des Chylus aus dem duct. thor. war ohne jeden Einfluss auf die Harnstoffausscheidung.

In einer weiteren Versuchsreihe wurde Hunden, nachdem sie durch Carenz bis auf eine constante Harnstoffausscheidung gebracht worden waren, der duct. thor. unterbunden, wonach sie mit nahezu reiner Eiweisnahrung gefüttert wurden. In fünf Versuchen zeigte sich, „dass nach völliger Absperrung des Chylus von der Blutbahn die Verdauung und die Aufsaugung der Eiweiskörper sowie deren Umwandlung in Harnstoff in demselben Umfange wie bei offenen Chyluswegen stattfindet“ (pag. 566). Daraus folgte dann der Schluss, dass die Eiweisstoffe nicht durch die Lymphgefässe, sondern direkt durch die Blutgefässe des Darmes aufgenommen werden.

Tappeiner „Über die Aufsaugung der gallensauren Alkalien im Dünndarm“ [1]) fand, dass in abgebundene Dünndarmschlingen injicierte gallensaure Salze nach 3 bis 5 Stunden in der Lymphe des duct. thor. nachgewiesen werden konnten; doch waren die Aufsaugungsverhältnisse in den verschiedenen Theilen des Darmes nicht gleich. Tappeiner benutzte glycocholsaures, taurocholsaures und cholsaures Natrium. Im Duodenum wird von allen dreien nichts aufgenommen, im Jejunum fast ebenso, nur glycocholsaures Natrium in mässigen Quantitäten; im Ileum wird von allen dreien viel resorbiert. Diese Eigentümlich-

[1]) Sitzungsberichte der kais. Akad. der Wissensch. in Wien, II. Abtl., Bd. 77 (1878, April).

keit kann nach Tappeiner weder durch Veränderungen der Salze noch durch solche der Darmwand erklärt werden, sondern muss als eine Eigentümlichkeit des Epithels der normalen Darmschleimhaut angesehen werden.

Die Frage, ob die Aufnahme der Darmcontenta vorzugsweise durch das Blut oder durch die Lymphe erfolgt, nahm Heidenhain in seiner Abhandlung „Beiträge zur Histologie und Physiologie der Darmschleimhaut“ [1]) neuerdings auf. Es wurde eine Fistel im duct. thor. angelegt; aus der Menge des in eine abgebundene Darmschlinge Eingeführten und des Rückstandes wurde die Menge des Resorbierten gefunden. Zieht man die Steigerung des Chylusabflusses ab, so bleibt hierdurch das durch die Blutgefässe Resorbierte übrig. Da stets ein überwiegender Rest für dieses blieb, so wird es nach Heidenhain wahrscheinlich, dass Wasser nur durch die Blutgefässe resorbiert wird (pag. 52). Das nebstdem im Chylus enthaltene stammt nach Heidenhain von der im Darm gebildeten Lymphe. Zu bemerken ist übrigens, dass Heidenhain hier ganz gelegentlich die Bemerkung macht, dass im Darme ebenso wie in allen anderen Organen Lymphe gebildet wird (pag. 53). Zu dieser Annahme wird er genötigt, da sonst im nüchternen Zustande der Chylus langsamer strömen müsste, als während der Verdauung, was nicht der Fall ist.

Als eine einfache Diffusion kann man jedoch den Durchtritt der Lymphe nicht betrachten, indem eine Auswahl stattfindet; im Gegentheil hat der Process mehr Ähnlichkeit mit der Secretion der Drüsen (pag. 69). Bei der Resorption der festen Elemente sind dabei die Epithelzellen thätig, und auch Heidenhain schliesst wie Schmidt-Mühlheim, dass die resorbierten Elemente nicht auf dem Wege der Chylusbahnen, sondern direkt in das Blut gelangen (pag. 75).

An dieser Stelle muss auch nochmals das pag. 12 erwähnte wiederholt werden, dass Heidenhain aus seinen Versuchen über die Wirkung des Verschlusses der unteren

---

[1]) Pflüger's Archiv, Bd. 43 (1888), Supplementheft.

Hohlvane als das Hauptquellgebiet der Lymphe die Unterleibsorgane (Gebiet der Pfortader) erkannte[1]).

Diese Untersuchungen hat Heidenhain in einer weiteren Abhandlung „Neue Versuche über die Aufsaugung im Dünndarm“[2]) fortgesetzt. Als zu resorbierende Flüssigkeiten, welche in die abgebundenen Darmschlingen eingeführt wurden, waren gewählt: Blutserum und Kochsalzlösung in verschiedenen Concentrationen, und überdies in einigen wenigen Versuchen andere Salze.

Serum wird resorbiert, auch wenn es denselben Procentgehalt an festen Bestandteilen hat, wie das Serum der Versuchsthiere. Auf den Eiweisgehalt nimmt Heidenhain hierbei nicht Rücksicht, da derselbe auf die osmotische Spannung einen äusserst geringen Einfluss hat (pag. 591). Es wird im Darme des nüchternen Thieres ebenso vollständig resorbiert, wie in demjenigen des verdauenden; ebenso wurden von 40 ccm eines im Vacuum über Schwefelsäure eingedickten Serums (mit fast um die Hälfte vermehrten Gehalt an festen Bestandteilen) nach $3\,^1/_2$ Stunden nur mehr 3 ccm gefunden. Aber auch Versuche mit kürzeren Resorptionszeiten (bis zu 15 m) ergaben stets eine Resorption (pag. 594). Dabei entfällt auf Wasser und Salze nahe derselbe Procentsatz, auf organische Substanzen ein weit geringerer (in Versuch 9: 68, 65 bezw. nur 31%; in Versuch 10: 42, 40, bezw. 13%) (pag. 596). Die Ausführung von Serum aus dem Darm in die Zotten kann also unter Umständen verlaufen, „welche die Mitwirkung osmotischer Kräfte mit Sicherheit ausschliessen“ (pag. 597), aber über die Ausführung von dem Zottenstroma in die Blutbahn ist hierdurch noch kein Aufschluss gegeben, wie denn überhaupt

---

[1]) Starling, früher ebenfalls mit Heidenhain für eine active Betheiligung der Endothelzellen eintretend, äussert sich jedoch neuerlich in E. A. Schäfer's „Textbook of Physiology“ London 1898, pag. 298: „So far as our experimental data go, we have no sufficient evidence, that the endothelial cells of the cappillary walls take any active part in the formation of lymph“.

[2]) Pflüger's Archiv, Bd. 56 (1894), pag. 579 ff.

diese Frage nur gestreift, auf dieselbe aber keine definitive Antwort gegeben werden kann (pag. 598).

Die Versuche mit Kochsalzlösungen führten zu folgenden Resultaten:

a) Mit steigender Concentration der in den Darm eingeführten Kochsalzlösung sinkt die absolute wie die relative Menge des resorbierten Wassers.

b) Mit steigender Concentration wächst die absolute Menge des resorbierten Salzes, die relative Menge (in Bruchtheilen der eingeführten Menge) nimmt ab.

a) Mit steigender Concentration nimmt die relative Wasserresorption schneller ab als die relative Salzresorption (pag. 603).

Diese Thatsachen, sowie auch die mit den Gesetzen der Osmose nicht zu vereinbarenden Resultate der Versuche mit Magnesiumsulfat (pag. 629) weisen mit Sicherheit nach, dass osmotische Triebkräfte allein die beobachteten Erscheinungen nicht erklären (pag. 603) und dass sich physiologische Kräfte denselben zugesellen müssen (pag. 605). Da durch Einbringung von 0·04 bis 0·05% FlNa-Lösung zu 1·0 bis 1·5% Kochsalzlösung in den Darm sowol die Wasser- als auch die Salzresorption wesentlich herabgesetzt wird, wobei in erster Linie eine starke Schädigung der Darmepithelien stattfindet, so kommt Heidenhain zu dem Schlusse, dass der Sitz der Resorption wahrscheinlich in dem Epithel zu suchen ist (pag. 631).

„Über den Einfluss des intraintestinalen Druckes auf die Resorption im Dünndarme“[1]) hat Hamburger einige Versuche angestellt. Bei Drucksteigerung findet bis zu einer gewissen Grenze die Zunahme der Resorption statt; sie nimmt aber ab, sobald bei weiterer Drucksteigerung rote Flüssigkeit auf der Darmserosa auftritt. Bei Druckverminderung (unter entsprechenden Massregeln, um das Collabieren des Darmes zu verhindern) kann man noch

[1]) Archiv f. Anatomie u. Physiologie, Abtl. Physiologie. 1896, pag. 428 ff.

Resorption bei $^1/_2$ cm Druck constatieren; sobald der Druck gleich oder kleiner als derjenige in den Capillaren wird, findet keine Resorption mehr statt (pag. 457). Als Ursache derselben sieht Hamburger zwei Kräfte an (das Eindringen der Flüssigkeiten in die Epithelzellen wird wieder durch eine Imbibition[1]) erklärt): 1. eine Kraft, welche die Flüssigkeit aus den Gewebsspalten mit dem Capillarblutstrome mitschleppt, und welche mit der Stromgeschwindigkeit wächst und 2. den intraintestinalen Druck (pag. 463). Auch findet sich hier eine wesentliche Anlehnung an den Heidenhain'schen Standpunkt, wenn auch in einer weniger physikalischen Ausdrucksweise: „Ich denke aber nicht daran, behaupten zu können, dass das Leben auf den Resorptionsprocess keinen Einfluss ausüben kann und es wirklich nicht thut. Unter physiologischen und pathologischen Bedingungen können unzweifelhaft in lebenden Membranen fein nuancierte Veränderungen hervortreten, welche auf die darin statthabenden physikalischen Processe einen nicht geringen Einfluss haben, aber wodurch die Processe selbst ja nicht aufhören, rein physikalische Processe zu sein (pag. 458).

Um dem den bisher angeführten Versuchen anhaftenden Übelstande vorzubeugen, dass die eingeführten Flüssigkeiten von den Körpersäften schwer zu trennen und daher analytische Bestimmungen unmöglich waren, hatte O. Cohnheim „Über die Resorption im Dünndarm und der Bauchhöhle“[2]) als Injectionsflüssigkeit Traubenzucker gewählt. Versuche an toten Hunden, bei denen der Flüssigkeitsstrom in den Capillaren künstlich erhalten wurde, führten zu den Resultaten, dass die Resorptionserscheinungen sich durch Diffusion und Osmose erklären liessen (pag. 146). Nicht dasselbe gilt von den Erscheinungen beim lebenden Tiere. „Es bleibt also das Heidenhain'sche Resultat zu Recht bestehen, dass die Möglichkeit der Resorption aus dem Dünn-

[1]) Vergl. die Ansicht von Voit und Bauer, pag. 23 und die Arbeit Hamburger's aus dem Jahre 1895, pag. 36.

[2]) Zeitschrift für Biologie, Bd. 36 (1898), pag. 129 ff.

darm an die Funktionsfähigkeit des Darmepithels geknüpft ist. . . Es muss also eine „physiologische Triebkraft“ der Darmwand innewohnen, ausserdem muss ihr noch eine Fähigkeit zukommen, die nämlich, den bestehenden Diffusionsstrom aus dem Blute oder der Lymphe nach den Darmlumen hintanzuhalten“ (pag. 150). O. Cohnheim stellte später „Über die Resorption im Dünndarm und der Bauchhöhle“ [1]) weitere Versuche über die Resorption der abgetöteten Darmschleimhaut an, indem er in den Dünndarm des lebenden Tieres FlNa oder As (als Zusatz zu Zuckerlösungen) in Quantitäten brachte, welche dem Thiere nicht schädlich werden konnten, aber eine locale Vergiftung des Darmepithels erzeugten. Die Versuche wurden theils an abgebundenen Darmschlingen theils an Vella'schen Darmfisteln angestellt; die Flüssigkeitsresorption zeigte sich stets vermindert, unter Umständen ganz aufgehoben (pag. 454) und an Stelle des Resorbierten traten grössere Quantitäten Salze (ClNa) in die Darmschlingen über, so dass „die spezifische Thätigkeit der Darmwand, eine Strömung nur in einer Richtung zuzulassen, aufgehoben ist“ (pag. 455) und an Stelle der reinen Resorption sich, ähnlich wie bei toten Membranen „ein Diffusionsaustausch zwischen Darm- und Gefässinhalt einstellt“ (pag. 463).

4. Über die Beziehung der serösen Höhlen zur Lymphbildung.

Injectionen von Flüssigkeiten in die serösen Höhlen sind mit grossen Schwierigkeiten verknüpft. Einwurfsfreie Experimente können natürlich erst von der Zeit an erwartet werden, wo man aseptisch operierte. Aus der vorantiseptischen Zeit möge nur die Arbeit von v. Recklinghausen „Zur Fettresorption“ [2]) erwähnt werden. v. Recklinghausen injicierte Milch, Zuckerlösung mit Cobaltblau oder chinesischer Tusche, verdünnten Hühnereidotter, Olivenöl mit Zinnober, geschlagenes Rindsblut in die Bauchhöhle eines Kaninchens.

---

[1]) Zeitschrift für Biologie Bd. 37 (1899), pag. 443 ff.

[2]) Virchow's Archiv Bd. 26 (1863), pag. 172 ff.

Meist erfolgte der Tod nach sehr kurzer Zeit; nichtsdestoweniger fand er in den wenigen Fällen, wo keine peritonitischen Erscheinungen aufgetreten waren, oder wo dieselben erst spät auftraten, dass sowol ölige als auch wässerige und Farbstoffe von den Lymphgefässen des Zwerchfelles absorbiert wurden (pag. 178). Um die Entzündung ganz auszuschliessen, verwendete er dann getötete Thiere, wobei das Zwerchfell herausgenommen oder auch in situ belassen wurde (pag. 182). In anderen Versuchen wurde nicht die Flüssigkeit in den Peritonealsack gebracht, sondern die Bauchhöhle eröffnet, und das Thier so in die betreffende Flüssigkeit (Milch, Blut oder Lymphe) getaucht, dass diese in unmittelbaren Contakt mit dem Zwerchfall kam; überdies wurde hierbei der intrathoracische Druck erhöht. Stets, auch bei den letzteren Versuchen wurde ein Übertritt aus der Peritonealhöhle durch das Centrum tendineum beobachtet. Mikroskopisch fand v. Recklinghausen, „dass die oberflächlichen Lymphgefässe der peritonealen Seite des Centrum tendineum mit der Oberfläche der Bauchhöhle durch Öffnungen communicieren, welche etwa doppelt so gross wie rote Blutkörperchen, zwischen den Epithelzellen, namentlich an solchen Stellen, wo mehrere zusammenstossen, gelegen sind“ (pag. 189).

Wurden die Stoffe in die Pleura gebracht (ebenfalls an getöteten Thieren, da bei lebenden Thieren sich sofort eine heftige Pleuritis mit Fibrinablagerung bildete), so zeigte sich kein Übertreten aus der Pleurahöhle (pag. 196). Für die ersterwähnten Versuche reicht nun nach v. Recklinghausen die Annahme der Filtration infolge der Druckdifferenz zwischen der peritonealen und der thoracischen Seite aus (pag. 199); hingegen lässt sich die zweite Versuchsreihe (bei erhöhtem intrathoracischen Druck) weder den Erscheinungen der Osmose noch den der freien Diffusion tropfbarer Flüssigkeiten anreihen. Die Ursache wird daher in der Beziehung der Gefässwände zur aufgenommenen Flüssigkeit angenommen (pag. 207).

Genersich (s. die pag. 17 erwähnte Abhandlung) wiederholte diese Versuche, erweiterte sie aber durch Injection von Alkannin in die Fascia lata, F. antebrachii, cruralis und die äussere Rectusscheide. In diese drang nur die Lösung ein, nicht aber körnige Farbstoffe wie Carmin, Zinnober, Milch u. s. w. (pag. 146), was darauf zurückgeführt wird, „dass die Öffnungen der Lymphspalten in den Aponeurosen viel kleiner und eben nur zur Resorption von solchen Flüssigkeiten berechnet sind, die keine Quellung des Gewebes verursachen (pag. 147). Unter die F. lata und die F. cruralis injicierte Lösung von Alkannin fand sich nach $^1/_4$ Stunde bis in den duct. thorac. vorgedrungen; Injection unter die Haut jedoch schritt nur langsam vor, und in den Aponeurosen und den Lymphbahnen, welche die Gefässe begleiten, war nichts von der Injectionsflüssigkeit zu sehen (pag. 178).

1873 zeigte Th. Leber „Studien über den Flüssigkeitswechsel im Auge“ [1]), dass unter entsprechenden Druck in die vordere Kammer von toten Augen injicierte Carminlösung in die episcleralen und conjunctivalen Venennetze übertritt. Mit Berlinerblau erhielt er diese Injection selbst bei Drucken von 270 mm Hg nicht; es ist dieses daher als eine Filtration und Diffusion in die Venen des Hornhautrandes aufzufassen, welchen Weg auch Salze und alle diffusionsfähigen Stoffe nehmen, dagegen nicht das colloide Berlinerblau (pag. 100). Versuche an lebenden Augen ergaben jedoch ein vollständig negatives Resultat; es trat keiner der beiden Farbstoffe in die pericornealen Gefässe über; Schnitte von den injicierten Augen zeigten, dass dieselben die Gewebe durchtränkten (pag. 106) und zwar zunächst die Maschen des lig. pectinatum, so dass dieses als zum Abfluss des Kammerwassers bestimmt anzusehen ist (pag. 124). In die Hornhaut fand ein Eindringen beim lebenden Auge nicht statt, wol aber beim toten Auge (pag. 151).

---

[1]) v. Graefes Archiv, Bd. 19 II, pag. 57ff.

Archaroff „Über die Aufsaugung aus den subcutanen Lymphsäcken des Frosches“ [1]) fand, dass indigschwefelsaures Natrium, das in einen der Lymphsäcke der Hinterextremität eingespritzt wurde, die Zunge färbte, wenn die ganze Extremität mit Ausnahme der Arterie, Vene und des Nerven unterbunden wurde, dass aber, wenn umgekehrt die sämmtlichen Blutgefässe unterbunden wurden, eine Färbung der Zunge nicht beobachtet werden konnte. Überdies wurde unmittelbar nach der Injection der Farbstoff auch in dem Blute der Femoralvene gefunden [2]).

Wie bereits Heidenhain in seinen Versuchen über Lymphbildung 1891 (vergl. pag. 11), so nahmen auch Starling und Tubby „On absorption from and secretion into the serous cavities“ [3]) auf das Verhalten des Harnes Rücksicht. Untersucht wurde, ob lösliche Substanzen (Indigcarmin und Methylenblau), die in die Pleurahöhle (9 Vers.) und in die Peritonealhöhle (3 Vers.) injiciert wurden, erst im Harn oder im duct. thorac. erschienen (pag. 142). In allen Fällen mit Ausnahme eines einzigen, war der Urin früher als die Lymphe gefärbt: 5 bis 20 m nach der Injection war der Urin blau, wenn Indigcarmin, grün wenn Methylenblau verwendet worden war; 10 m bis 4 Stunden später war die Lymphe auch gefärbt; ihre Menge war nicht vermehrt. In einem einzigen Falle wurde überhaupt kein Harn ausgeschieden und die Lymphe war $^1/_2$ Stunde nach der Injection gefärbt. Daraus wird geschlossen, dass die Blutbahnen die Stoffe früher aufnehmen als die Lymphbahnen (pag. 144). Bei Injection von 5% Pepton in physiologischer Kochsalzlösung fand sich Pepton im Harn nach 2 Stunden (pag. 145). Bei Injection von 10% Dextroselösung in die Pleura war die Urinmenge auf das 2 bis 3fache ver-

[1]) Archiv f. Anatomie u. Physiologie, Abth. Physiologie 1887, pag. 377ff.

[2]) Für die Lymphbewegung bei den höheren Säugethieren und beim Menschen sind diese Versuche allerdings nur von untergeordneter Bedeutung.

[3]) Journal of Physiology Bd. 16 (1894) pag. 140ff.

mehrt, zuckerreich; in der Pleurahöhle war mehr Flüssigkeit (pag. 154). Durch osmotische Kräfte glaubt Starling diese Erscheinungen nicht zu erklären; es bedarf hierzu noch der Annahme einer Zellthätigkeit (pag. 151).

Ähnliche Versuche wurden später von G. Muscatello „Über den Bau und das Aufsaugungsvermögen des Peritoneum“ [1]) ausgeführt. In die Peritonealhöhle injicierte Carminlösung wurde wenige Minuten nach der Injection ausschliesslich in den intrathoracischen Lymphdrüsen gefunden; nach 6 Stunden und später traf er sie erst in den abdominalen Lymphdrüsen und in den parenchymatösen Organen (pag. 331); das Vorkommen in den letzteren erklärt er durch das Kreisen derselben im Blute.

Weitere Versuche, bei denen die Farbstoffsuspensionen verschieden lange im Körper zurückblieben, ergaben ihm die folgenden Resultate: Nach einer Stunde fanden sich die Körnchen weder in den abdominalen Lymphdrüsen, noch in der Leber, nach $1^1/_2$ Stunden in der Leber, nach 2 Stunden in der Milz und den abdominalen Lymphdrüsen. Bei erhöht gelagertem Oberkörper war nach $1^1/_2$ Stunden noch nichts in den Lymphdrüsen der Brust, nach $5^1/_2$ Stunden waren daselbst schon Körnchen, aber das Zwerchfell war noch nicht sichtbar injiciert, und in den Abdominaldrüsen waren keine Körnchen; daraus wird geschlossen, dass die Bauchlymphdrüsen erst auf dem Wege der Lymphbahnen injiciert werden, wenn die Körnchen durch das Zwerchfell in die Lymphwege gekommen sind (pag. 335) und weiter, „dass unter gewöhnlichen Verhältnissen das Zwerchfell die einzige für die Aufsaugung bestimmte Stelle der Peritoneolserosa ist, und dass den Mediastinaldrüsen die Aufgabe zukommt, die aus der Bauchhöhle stammende Lymphe zu sammeln“ (pag. 336). Das Durchtreten wird zum Theil als ein Durchwandern zwischen den Endothelzellen, zum Theil als eine Bewegung hinter den Wanderzellen aufgefasst (pag. 354).

Eingehender hat sich Hamburger „Über die Regelung der osmotischen Spannkraft von Flüssigkeiten in Bauch- und

[1]) Virchow's Archiv Bd. 142 (1895), pag. 327ff.

Pericardialhöhle, ein Beitrag zur Kenntnis der Resorption“ [1]) mit der Frage beschäftigt. Er injicierte mit Blutserum isotonische, hypertonische und hypotonische Lösungen in die Bauchhöhle, die zu diesem Zwecke nicht eröffnet wurde, mittels einer Canüle, und entnahm nach einiger Zeit die noch vorhandene Flüssigkeit zur Untersuchung durch ein Troicar. Ferner injicierte er die Flüssigkeiten durch ein Fenster, in welches eine Dauercanüle eingelegt wurde in die Pericardialhöhle; die restliche Flüssigkeit wurde nach einiger Zeit durch dieselbe Canüle entleert. Die Resultate waren:

a) Die osmotische Spannkraft von Kaninchenserum bleibt unverändert (pag. 286), ebenso diejenige von Pferdeserum (in der Bauchhöhle des Kaninchens) (pag. 289); durch Verdünnung isotonisch gemachte Ascitesflüssigkeit eines Menschen und eines Hundes behielt unveränderte osmotische Spannung (pag. 292); mit Blutserum isotonische Kochsalzlösung war nach $^1/_2$ Stunde zum Theil verschwunden; der Rest hatte die osmotische Spannung nicht geändert; nach 2 Stunden war auch dieser verschwunden. Es folgt daher der Schluss: „die mit Blutserum des Versuchsthieres isotonischen Flüssigkeiten, es mögen sein seröse oder nicht seröse, erfahren während des Aufenthaltes in der Bauchhöhle keine Änderung ihrer osmotischen Spannkraft“ (pag. 296).

b) Nicht verdünnte Ascitesflüssigkeit hatte nach $^1/_2$ Stunde noch nicht völlig, nach 3 Stunden bereits vollständig die osmotische Spannung des Serums des Versuchsthieres angenommen; dabei fiel auf, dass die Resorption langsam vor sich ging (pag. 296). Dasselbe gilt für condensiertes Pferdeserum, ebenso für hypertonische Kochsalzlösung, Kalisalpeter, Natriumsulfat, Rohrzucker (pag. 301).

c) Für stärker verdünntes Kaninchen- und Pferdeserum, verdünnte Kochsalzlösung, Kalisalpeter, Natriumsulfat, Rohrzucker, gilt ebenfalls dasselbe, die osmotische Spannung

[1]) Archiv f. Anatomie u. Physiologie, Abtl. Physiologie, 1895, pag. 281 ff.

steigt bis zu derjenigen des Blutserums des Versuchsthieres (pag. 305).

Zur Erklärung nimmt Hamburger an, dass für hypertonische Lösungen Wasser aus der Blutbahn in die Peritonealhöhle übergeht, und gleichzeitig eine Resorption der eingeführten Flüssigkeit durch die Lymphbahnen stattfindet, und für hypertonische Flüssigkeiten Wasser aus der Peritonealhöhle in die Blutbahn und dann Resorption der isotonisch gewordenen Flüssigkeiten durch die Lymphbahnen erfolgt (pag. 307).

Die Unterbindung des duct. thorac. ändert an diesen Verhältnissen nichts, woraus Hamburger schliesst, „dass bei der Resorption sowie bei der Regelung der osmotischen Spannung die Lymphbahnen entbehrt werden können“ (pag. 315).

Bei Unterbindung der Nierenarterien findet zwar ebenfalls Resorption statt, aber nicht so schnell (pag. 318); es stellt sich auch ein osmotisches Gleichgewicht zwischen Blutplasma und intraperitonealer Flüssigkeit her (pag. 319). Auch bei intravenöser Injection von hypertonischer Kochsalzlösung wird nach Unterbindung der Nierenarterien die Herstellung der ursprünglichen osmotischen Spannung (im Gegensatze zur freien Circulation) nur sehr langsam stattfinden (pag. 320). Aus dem ganzen zieht Hamburger den Schluss, dass die Blutgefässe bei der Resorption von intraporitonealen Flüssigkeiten die Hauptrolle spielen, dass aber osmotische Triebkräfte allein nicht alle Erscheinungen zu erklären vermögen (pag. 321).

Einen Einfluss von FlNa auf die Resorption fand Hamburger nicht; die Obduction ergab eine heftige haemorrhagische Entzündung des Darmes, aber am Peritoneum war weder makroskopisch noch mikroskopisch etwas zu entdecken pag. 325). Bei Anwendung von 3% Salzsäure war das Peritoneum nicht mehr glatt, aber von Entzündung keine Spur (pag. 326). Nichtsdestoweniger fand Resorption und Regelung der osmotischen Spannung statt (pag. 327), und zu demselben Resultate kommt er bei Anwendung von 60°, 70°

und selbst 91° heisser Kochsalzlösung; ferner auch bei toten Thieren: Bei einem 15 m toten Kaninchen, bei einem 4 Stunden, einem 27 Stunden toten Hunde wurde nach Injection von 2% körperwarmer Kochsalzlösung, bei zwei 22 Stunden toten Hunden nach Injection von Hydropsflüssigkeit eines Menschen bezw. sterilisierten Pferdeserums Resorption und Ausgleichung der osmotischen Kräfte beobachtet (pag. 337).

Bezüglich der Versuche an der Pericardialhöhle beim lebenden Hunde genügt es, kurz zu bemerken, dass 2% ClNa-lösung, 0·55% ClNa-lösung, Hundeserum (aus der A. cruralis des Versuchsthieres entnommen), eingedicktes Pferdeserum, verdünntes Pferdeserum schon nach $^3/_4$ bis $1^1/_2$ Stunden in ziemlich grossen Quantitäten resorbiert waren, und dass an den noch in der Pericardialhöhle befindlichen Flüssigkeiten Ausgleichung der osmotischen Spannung beobachtet wurde. Hierbei zeigte sich eine Zunahme an festen Bestandtheilen, also eine langsamere Resorption dieser (pag. 346).

Bei toten Thieren waren die Erscheinungen ähnlich, nur war die Regelung der osmotischen Spannung nicht so vollkommen wie beim lebenden Thiere. „Die Resorption braucht also nicht als eine Lebenserscheinung aufgefasst zu werden". (pag. 348). Die Erscheinung wird erklärt durch eine Imbibition der Gewebe und nachheriger Fortschaffung der imbibierten Flüssigkeit durch den Blut- und Lymphstrom (pag. 351 und 357). Da der letztere beim toten Thiere fehlt, so tritt Verzögerung des Processes auf; es wurde daher ein Versuch gemacht mit Durchleitung von Serum durch die Blutbahn eines getöteten Thieres; die Resorption war beschleunigt, die intraperitoneale Flüssigkeit aber (ein Gemenge von 1·5 ClNa, 1·0 JNa, 1·0 Ferrocyankalium, 1·0 Kalisalpeter) enthielt nach der Durchspülung Eiweis (pag. 353). Der Druck war nie höher als 1 m Serum, trotzdem war es nicht unmöglich, dass einige Capillaren zerrissen und dadurch Serum in die Bauchhöhle trat[1]).

---

[1]) In einer zweiten Abhandlung „Zur Lehre der Lymphbildung" (ibid. pag. 364) fand Hamburger die Ascitesflüssigkeit eines 9jährigen

Die gleichzeitig publizierten Versuche W. N. Orlow's „Einige Versuche über die Resorption in der Bauchhöhle“ [1]) unterscheiden sich von denjenigen Hamburger's durch einige nicht unwesentliche Modificationen. Gewöhnliches Serum derselben Thierart wird mehr oder weniger rasch resorbiert, und zwar Wasser, organische Substanzen und Salze in nahe demselben Procentsatz (pag. 178). Im Vacuum über Schwefelsäure concentriertes Serum wird durch Transsudation aus den Blutcapillaren vermehrt gefunden. Eine erfreuliche Ergänzung erfuhren diese Beobachtungen durch die gleichzeitige Beobachtung der Lymphe aus dem duct. thoracicus: die Lymphmenge nahm während der Resorption nicht zu (pag. 179).

Bei der Resorption von hyper- und hypotonischen Kochsalzlösungen kam er zu denselben Resultaten wie Hamburger; er untersuchte aber gleichzeitig den Procentsatz des Blutes und der Lymphe, und fand diesen unverändert, bei Versuchen mit hochconcentrierter Kochsalzlösung möglicherweise eine schwache Vermehrung der Concentration des Blutserum (pag. 191)[2]).

Einspritzung von 0·3% Kochsalzlösung in die Bauchhöhle und in 2 aufeinanderfolgenden Versuchen 15% bezw. 10% Kochsalzlösung in die V. jugularis hatte folgenden

---

Knaben von lymphtreibender Wirkung auf ein neugeborenes Kalb; nach zweistündiger Erhitzung der Ascitesflüssigkeit war diese Wirkung verschwunden. Als Ursache stellten sich Mikroorganismen heraus, die auch in Reinculturen injiciert, lymphtreibende Wirkung ausübten und welche er als „Bacterium lymphagogum“ (pag. 375) bezeichnete; vergl. auch Hamburger „die osmotische Spannkraft in den medizinischen Wissenschaften“ Virchow's Archiv, Bd. 140 (1895), pag. 503 ff; insbesondere pag. 519. Hier wird wol die Frage nicht unberechtigt sein, ob es nur ein Bacterium lymphagogum giebt, oder besser, ob es überhaupt ein solches giebt, oder ob nicht vielmehr eine grössere Anzahl bereits bekannter Bakterien in den Parenchymsäften und Körperhöhlen eine derartige Wirkung hat, wie ja der Ascites, die pleuritischen und pericarditischen Exsudate anzudeuten scheinen.

[1]) Pflüger's Archiv Bd. 59 (1895), pag. 170 ff.

[2]) Aus den Zahlen selbst ist dieselbe nicht ersichtlich.

Erfolg: Die Lymphe aus dem duct. thorac. floss reichlich, nach einer Stunde waren Lymphe und Blutserum ärmer an festen Bestandteilen, etwas reicher an Salzen (ClNa-gehalt), und zwar 1·3, bezw. 0·8%. Die Flüssigkeit in der Bauchhöhle war auf die Hälfte gesunken, reich an festen Bestandtheilen (ca. 2%, darunter 1·3, bezw. 0·9% Salze): es war also annähernder Ausgleich des Procentgehaltes der intraperitonealen Flüssigkeit und des Blutserum eingetreten (pag. 196).

Auch Starling „On the absorption of Salt solutions from the Pleural cavity“ [1]) fand, dass bei Injection von hypotonischen Lösungen Resorption, von hypertonischen Lösungen Austritt von Flüssigkeit in die Pleurahöhle stattfindet; es wurde im ersten Falle weniger, im zweiten mehr, als injiciert worden war, wiedergefunden. Eine Wiederholung der von Muscatello gemachten Experimente ergab Starling „On the absorption of fluids from the connective tissue space“ [2]) dasselbe Resultat: Injection von Carminsuspension in 1% Kochsalzlösung ergab nach 2 Tagen Resorption der ganzen Flüssigkeit, Carmin war nicht im duct. thorac. und nicht in den retroperitonealen Lymphdrüsen, sondern in den mediastinalen Lymphdrüsen zu finden.

Gleichzeitig mit seinen Versuchen über den Einfluss des intraintestinalen Druckes auf die Resorption im Dünndarm stellte Hamburger auch Versuche „über den Einfluss des intraperitonealen Druckes auf die Resorption in der Bauchhöhle“ [3]) an. Der duct. thorac. wurde unterbunden, in der Bauchhöhle eine Fistel angelegt, die mit einem Druck angebenden Instrumente verbunden war; in die Bauchhöhle wurde Kochsalzlösung infundiert. In der ersten Reihe von Versuchen wurden die Därme in dem jeweiligen Zustande belassen, in einer zweiten Reihe wurden sie innerlich befeuchtet. Um die dabei lästige Dehnung des Abdomens zu

---

[1]) Journal of Physiology Bd. 18 (1895), pag. 106 ff.

[2]) Journal of Physiology Bd. 19 (1896), pag. 312 ff.

[3]) Archiv für Anatomie u. Physiologie, Abtlg. Physiologie 1896, pag. 302 ff.

verhindern, wurden die Versuche unter Gypsverband angestellt. Bei Anwendung von Drucken zwischen 5 und 20 cm stieg die Resorptionsgeschwindigkeit ziemlich rasch; 2 ccm Flüssigkeit wurden bei einem Drucke von 5 cm in 4·5 Minuten, bei 14 cm Druck in 1·8 Minuten (Mittel aus drei Beobachtungen) resorbiert. Bei weiterem Steigen des Druckes ging die Resorption wieder langsamer vor sich; bei 45 cm Druck erfolgte (in beiden beobachteten Fällen) der Tod des Versuchsthieres (pag. 319). Innerhalb der Grenzen von 5 bis 30 cm Druck waren die Ergebnisse der Versuche nach der zweiten Anordnung dieselben. „Und da nun alles dieses beobachtet wird bei Ausschluss der Lymphbahnen, so darf man sagen, dass die Resorption von Flüssigkeit seitens der Blutgefässe in hohem Masse abhängig ist vom hydrostatischen Druck, unter welchem die Flüssigkeiten sich befinden“ (pag. 327). Die Verringerung der Resorption bei excessivem Druck wird auf Zusammendrückung der Capillaren bezogen.

Den Einfluss der localen Abtötung der Endothelien untersuchte neuerdings O. Cohnheim in seiner bereits erwähnten Abhandlung „Über die Resorption im Dünndarm und der Bauchhöhle“ (vgl. pag. 28). Die Versuche wurden an Meerschweinchen und Kaninchen angestellt, indem durch bleibende Fisteln in der Bauchwand, die durch geeignete Vorrichtungen verschlossen gehalten werden konnten, Zuckerlösungen, denen geringe Mengen Fl Na oder As zugesetzt waren, eingebracht wurden. Für die einfachen Zuckerlösungen ohne Vergiftung der Serosa, trat anfänglich (in den ersten zwei Stunden) stets eine Vermehrung der intraperitonealen Flüssigkeit ein, erst später fand eine Resorption statt; der Zucker verschwand dabei, und statt desselben trat Kochsalz ein, „d. h. es hat ein Austausch zwischen der Flüssigkeit in der Bauchhöhle und dem Inhalte der Capillaren stattgefunden“ (pag. 470) u. z. sowol bei isotonischen als bei hypotonischen Lösungen, so dass die Verhältnisse für das normale Peritoneum, ähnlich wie bei vergifteter Darmwand liegen. Zusatz von Fl Na schädigt nun die Flüssigkeits-

resorption bedeutend, u. z. als Folge des Giftzusatzes, da 6 Stunden nach der Wirkung desselben wieder eine bedeutend stärkere Resorption stattfand, so dass also auch für die Bauchhöhle das Resultat gilt, „dass unter dem Einflusse von Giften die Aufnahme von Flüssigkeiten durch die Peritonealwand eine geringere ist, als ohne diesen Zusatz; also, muss man wol folgern, bei dieser Aufnahme spielt lebendes Gewebe eine Rolle, eine reichlichere Flüssigkeitsaufnahme ist an die Unversehrtheit der Bestandtheile der Peritonealwand gebunden“ (pag. 476).

Cohnheim stellte auch einige Versuche an der Pleura an, doch sind dieselben zu wenig zahlreich, um definitive Schlüsse zu gestatten. Doch scheint aus denselben zu folgen, dass es sich um einen Diffusionsaustausch zwischen Zuckerlösung und Gefässinhalt handelt; eine merkliche Wirkung von FlNa ergab sich nicht (pag. 477).

Nach dem vorangehenden darf wol behauptet werden, dass die ältere Ansicht von Ludwig gegenwärtig, wenn sich auch einzelne Physiologen noch derselben zuneigen, kaum mehr aufrecht zu erhalten ist, und die Heidenhain'sche Lehre als die richtige zu bezeichnen ist. Im Laufe der Untersuchungen traten aber noch zwei wesentliche Punkte hervor. Erstens: Die Unterscheidung zwischen Gewebslymphe und Lymphe aus den grossen Gefässstämmen (vgl. pag. 11) oder Gewebslymphe und Blutlymphe (nach Heidenhain „Versuche und Fragen zur Lehre von der Lymphbildung“ Pflüger's Archiv Bd. 49, pag. 211) oder, was den thatsächlichen Verhältnissen am nächsten kommen dürfte, Ernährungsflüssigkeit und Arbeitslymphe (nach Asher und Barbera, vgl. pag. 21), d. h. zwischen Nahrungslymphe und Secretionslymphe. Lymphe wird erzeugt durch Resorption der Nahrungsbestandtheile im Darm und Lymphe wird erzeugt durch Arbeit in den Geweben. Beide Theile kreisen im Organismus; ob es gewisse Lymphbahnen für die Nahrungslymphe und andere für die Secretionslymphe giebt, oder ob sie vermengt in den Lymphspalten kreisen,

kann nach den gegenwärtigen Untersuchungen noch nicht angegeben werden.

Zweitens aber tritt ein, wie es scheint in den bisherigen Untersuchungen noch nicht überall genügend beachtetes, mit dem ersten durch eine Reihe von Anknüpfungspunkten verbundenes Moment hervor: der Zusammenhang der Lymphbewegung mit der Harnabsonderung Beide Momente, bei ihrer Gegeneinanderhaltung sprechen dafür, dass als die direkte, unmittelbare Quelle für den Harn die Lymphe anzusehen ist[1]). Für diese Auffassung sind besonders wichtig: die Bemerkung Heidenhain's (pag. 13), wonach die Lymphagoga der zweiten Klasse Harnflut erzeugen, die parallel mit der Lymphflut geht[2]), die Beobachtung von Starling (vgl. pag. 32) über das Verhalten des Harnes, bei Injectionen von Farbstoffen in die serösen Höhlen, und die merkwürdige von L. Asher beobachtete Erscheinung, dass der Harn kein Hämoglobin enthält, wenn in der Lymphe der serösen Höhlen keines nachzuweisen ist (vgl. pag. 22).

Schon diese wenigen Bemerkungen werden ausreichen, um in allen jenen Versuchen, in denen dem Verhalten des Harnes keine oder eine nicht genügend ausreichende Beachtung geschenkt wurde, diese Unterlassung als einen merkbaren Mangel empfinden und den Wunsch rege werden zu lassen, bei den zukünftigen Versuchen auch diesem Gegenstande eine bedeutendere Aufmerksamkeit zuzuwenden.

Noch von einer ganz anderen Seite her erhält man über den erwähnten Zusammenhang sehr wichtige Aufklärungen. Heidenhain zeigte in seinen schönen Abhandlungen „Mikroskopische Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Niere[3])“ und „Versuche über den Vorgang der Harnabson-

[1]) Wie denn auch die Drüsensecretion direkt aus den die Drüsen in eigenen periacinösen Räumen umspielenden Lymphe stattfindet.

[2]) Nur muss bemerkt werden, dass dann das Verhalten der Lymphagoga der ersten Klasse weniger verständlich wird, also die von Heidenhain erwähnte „unverständliche Paradoxie“ sich theilweise umkehrt.

[3]) Schultze's Archiv für mikroskopische Anatomie, Bd. 10 (1874), pag. 1 ff.

derung[1])", dass die Abscheidung der spezifischen Harnbestandteile nicht in den Glomerulis, sondern in den gewundenen Harnkanälchen (und theilweise den aufsteigenden Schenkeln der Henle'schen Schleifen) stattfindet; diese sind nun gar nicht mit den Blutgefässen des Glomerulusknäuels in direkter Verbindung; die Substanzen können also nicht direkt aus dem Blute stammen, sondern „vielmehr der aus dem Blute gebildeten und die Kanälchen umspülenden Lymphe", Schultze's Archiv, Bd. 10, pag. 44; vgl. auch Pflüger's Archiv, Bd. 9, pag. 21). Bemerkenswert ist übrigens, dass an dieser Stelle (Pflüger's Archiv Bd. 9, pag. 26) Heidenhain auch für das Wasser des Harnes unter Umständen eine andere Quelle „als das unter normalen Bedingungen den Kapseln entströmende" anzunehmen sich bemüssigt sieht.

Bei den niederen Thieren, auf welche hier nicht weiter eingegangen werden soll, und noch bei den niedrigeren Stufen der Wirbelthiere finden sich sogenannte Segmentaltrichter, Nephrostome, durch welche die Leibeshöhle in offener Communication mit der Umgebung steht. Ohne hier auf Details einzugehen, genügt es, zu erwähnen, dass solche bei vielen Selachiern und Dipnoern, ferner unter den Amphibien bei den Coecilien und Urodelen zeitlebens in offener Communication mit den tubulis contortis bleiben. Es sind dies die von Bidder 1846 in den vorderen Abschnitten der Niere als Samenkanälchen gedeuteten, von Heidenhain ihrer morphologischen Struktur nach zu den Harnkanälchen gezählten Gebilde (Schultze's Archiv, Bd. 10, pag. 25). Auch auf diese Details kann hier nicht näher eingegangen werden. Hervorgehoben mag nur werden, dass der Hals der Malpighi'schen Körperchen sehr lang und mit einem, lange, längsgestellte Cilien tragenden Epithel ausgekleidet ist; in diesem Cilienbesatz sah Heidenhain äusserst rasche, nur beim Aufhören der Bewegung leicht zu verfolgende Wellen, welche von der nach dem Ausführgang gerichteten Spitze gegen die dem Malpighi'schen Körperchen zu gerichteten

[1]) Pflüger's Archiv Bd. 9 (1874), pag. 1 ff.

Basis der Zellen verlaufen (l. c. pag. 23), während Spengel „Das Urogenitalsystem der Amphibien [1])“ mit voller Bestimmtheit einen von dem Malphigi'schen Körperchen weggerichteten Cilienstrom constatierte (pag. 42). Auch die Geisseln der Nephrostome „schwingen stets in den Trichterstiel hinein und führen diesem Carminkörnchen, die man auf die frische Niere streut, aus ziemlicher Entfernung heran, so dass sie von dem erregten Strome in die Niere hineingerissen werden“ (Spengel l. c., pag. 43).

Infolge dieser offenen Communication zwischen Coelom und Umgebung könnte hier auch der Harn eiweishaltig sein, wofür sich jedoch in der Literatur bisher keinerlei Beobachtungen finden. E. Herter „Zur Kenntnis des Stoffwechsels der Fische, speziell der Selachier [2])“ bemerkt nur, dass der Harn von Scyllium reich an organischen Stoffen ist; im wesentlichen wird hier, sowie auch von v. Schröder „Über die Harnstoffbildung der Haifische [3])“ und Knauthe „Zur Kenntnis des Stoffwechsels der Fische [4])“ u. a. nur der Harnstoff berücksichtigt.

Bei den Anuren hatten Semper und Nussbaum 1876 Communicationen der Nephrostome mit den Sammelröhren der Nierenkanäle zu finden geglaubt. Nussbaum „Über die Endigungen der Wimpertrichter in der Niere der Anuren [5])“ zeigte jedoch, dass dieses eine Täuschung war. Durch Injection des Peritonealsackes mit Carmin injicierten sich nicht die Harnkanälchen, sondern die Venen, und Nussbaum glaubte eine direkte Communication zwischen Peritonealhöhle und Venen durch die Wimpertrichter annehmen zu können (pag. 516). So merkwürdig auch dieses Verhalten wäre, so erscheint es nach Nussbaum doch nicht

---

[1]) Arbeiten aus dem zoologisch-zootomischen Institute in Würzburg, III. Band (1876), pag. 1 ff.

[2]) Mitteilungen der zoologischen Station zu Neapel Bd. 10 (1891) pag. 342 ff.

[3]) Zeitschrift für physiologische Chemie Bd. 14 (1890), pag. 576ff.

[4]) Pflüger's Archiv Bd. 73 (1898), pag. 490 ff.

[5]) Zoologischer Anzeiger 1880, pag. 514 ff.

allzu auffällig, da ja bei höheren Thieren (gemäss den damaligen Kenntnissen) auch ein direkter Zusammenhang z. B. zwischen der vorderen Augenkammer und dem Schlemmschen Kanal als vorhanden angenommen wurde (pag. 517).

Th. Leber hatte aber (l. c. Graefe's Archiv Bd. 19) nachgewiesen [1]), dass eine solche direkte Communication nicht vorhanden ist, und der Übergang von Farbstoffen aus der vorderen Kammer in die Venen nur durch Filtration stattfindet; in dieser Weise wird nun wol auch der von Nussbaum beobachtete Befund zu deuten sein.

Kollmann „Über die Verbindung zwischen Coelom und Nephridium“ [2]) hatte auch bei Vögel- und Säugethierembryonen Nephrostome gefunden, und es ist heute mit Sicherheit anzunehmen, dass den Secretionsorganen der höheren Wirbelthiere derartige primitive Zustände vorangegangen sind, welche in den höheren Stufen der Entwickelung dem Untergange verfallen. Es vollzieht sich „ein Fortschritt von einer weniger vortheilhaften zu einer besseren Einrichtung, da das vorher für den Organismus verloren gehende flüssige, und sicher lymphähnliche Transsudat der Bauchhöhle späterhin nach Art der übrigen Lymphe“ wieder verwendet wird (Nussbaum l. c., pag. 517) dadurch, dass an Stelle des Ausscheidens der ganzen Lymphe, die Ausstossung eines Theiles derselben auf dem Wege der Transsudation, Osmose und der Thätigkeit der Nierenepithelien stattfindet.

---

[1]) Vgl. auch Th. Leber „Der Circulus venosus Schlemmii steht nicht in offener Verbindung mit der vorderen Augenkammer“ v. Graefe's Archiv Bd. 41 I (1895), pag. 233 ff., wo als Ursache der Verschiedenheit der Resultate verschiedener Beobachter der Füllungsgrad der vorderen Augenkammer mit Kammerwasser gefunden wurde (pag. 266).

[2]) Festschrift zur Feier des dreihundertjährigen Bestehens der Universität Würzburg; Würzburg 1882.

Vita.

Ich bin geboren am 11. Dezember 1858 zu Olmütz in Mähren. Nach Ablegung der Mittelschulstudien in Troppau (1875) und der Hochschulstudien in Wien (1879), wo ich durch meine hochverehrten Lehrer, die Herren Geheimrat Königsberger und weil. Hofrat v. Oppolzer die reichste Förderung erfuhr, beschäftigte ich mich durch mehrere Jahre mit mathematischen und astronomischen Arbeiten. Am 15. Juni 1882 erlangte ich den philosophischen Doktorgrad an der grossherzoglichen Ruprecht-Karls-Universität in Heidelberg.

In den Jahren 1896 bis 1899 widmete ich mich ebenda dem Studium der Medizin. Ich besuchte die Kollegien und Kliniken der Herren Professoren und Dozenten: Arnold, Bütschli, Czerny, Erb, Ernst, Ewald, Gegenbaur, Göppert, v. Hippel, Jordan, Jurasz, Kehrer, Kraepelin, Kühne, Leber, Lossen, Maurer, Passow, Pfitzer, Schäffer und Vierordt, denen ich zu wärmstem Danke verpflichtet bin. Insbesondere fühle ich mich meinen hochgeehrten Lehrern den Herrn Geheimrat Arnold, Czerny, Erb, Gegenbaur, Kehrer, Kühne und Leber für ihre Führung bei meinen Arbeiten in den betreffenden Instituten und Kliniken verpflichtet.

Eine grössere Beobachtungsreihe, welche die Untersuchung über Lymphbildung und Lymphbewegung erfordert hätte, konnte ich infolge der weit vorgerückten Zeit und äusserer Umstände nicht in ihrer ganzen Ausdehnung durchführen, und so musste ich mich hier mit einer kritischen Zusammenstellung, die in diesem Umfange meines Wissens in der Literatur fehlt und daher vielleicht manchen willkommen sein dürfte, begnügen.

Heidelberg im Juni 1899.

N. Herz.

Breslau, Eduard Trewendt's Buchdruckerei Nchf. (A. Favorke).